

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-049397

(43)Date of publication of application : 18.02.2000

(51)Int.Cl.

H01L 41/09
C08L 75/04
H01L 41/193

(21)Application number : 10-214196

(71)Applicant :
NITTA IND CORP
HIRAI TOSHIHIRO
WATANABE SHINJI

(22)Date of filing : 29.07.1998

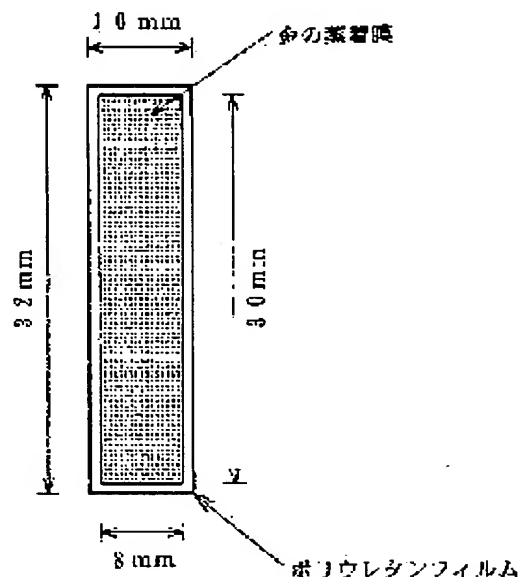
(72)Inventor :
AMAIKE YOICHI
UEDA ATSUSHI
SUZUKI MAKOTO
HIRAI TOSHIHIRO
WATANABE SHINJI

(54) ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a polymer material-made actuator capable of being driven in air.

SOLUTION: This actuator, composed of a layer of polyurethane film having electrodes at both surfaces, is deformed to curve or bend from the application of electric field. Soft segments contain a polyurethane having a polyester as the main component, the polyester has poly(3-methyl-1,3-pentane adipate) or 1,6-hexane diol or/and 2,2-dimethyl-1,3-propane diol and adipic acid. Au is deposited to both sides of the obtd. film as electrodes. The electrode size is made smaller than the polyurethane film for avoiding electric discharges between the electrodes, when high voltage is applied.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-49397
(P2000-49397A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 L 41/09		H 0 1 L 41/08	M 4 J 0 0 2
C 0 8 L 75/04		C 0 8 L 75/04	
H 0 1 L 41/193		H 0 1 L 41/18	1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-214196

(22) 出願日 平成10年7月29日 (1998.7.29)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成10年5月12日
社団法人高分子学会発行の「高分子学会予稿集47巻5号」に発表

(71) 出願人 000111085
ニッタ株式会社
大阪市浪速区桜川4丁目4番26号
(71) 出願人 591179385
平井 利博
長野県上田市諏訪形940番地の13
(71) 出願人 598101550
渡辺 真志
長野県上田市常入1丁目15番64号
(74) 代理人 100072213
弁理士 辻本 一義

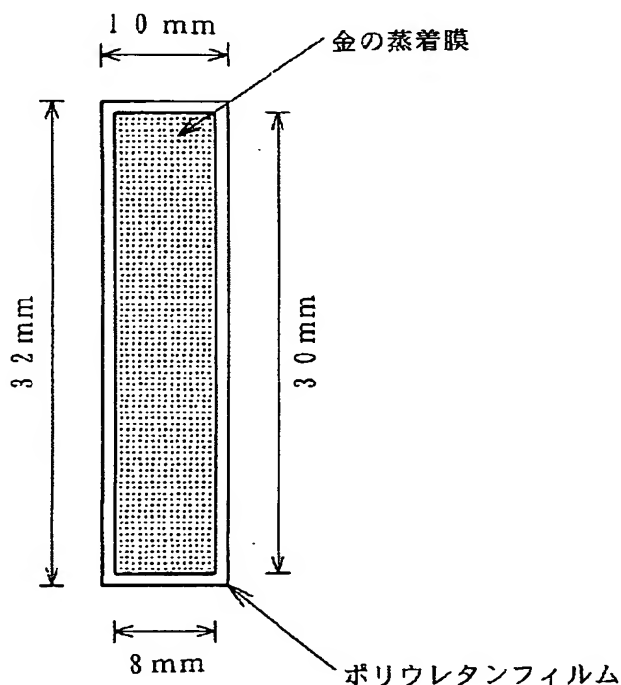
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 空気中で駆動させる事ができる高分子材料のアクチュエータを提供しようとするもの。

【解決手段】 このアクチュエータは、両面に電極を有する一層のポリウレタン膜からなり、電場の印加により変形を起こす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 両面に電極を有する一層のポリウレタン膜からなり、電場の印加により変形を起こすことを特徴とするアクチュエータ。

【請求項2】 電場の印加により湾曲又は屈曲変形を起こす請求項1記載のアクチュエータ。

【請求項3】 ソフトセグメントが、ポリエステルを有するポリウレタンを主体とする請求項1又は2記載のアクチュエータ。

【請求項4】 前記ポリエステルが、ポリ(3-メチル-1, 3-ペンタンジペート)を有する請求項3記載のアクチュエータ。

【請求項5】 前記ポリエステルが、1, 6-ヘキサンジオール又は/及び2, 2-ジメチル-1, 3-プロパンジオール並びにアジピン酸を有する請求項3記載のアクチュエータ。

【請求項6】 前記ポリエステルが、ノナンジオール又は/及びメチルオクタンジオール並びにアジピン酸を有する請求項3記載のアクチュエータ。

【請求項7】 前記ポリエステルが、エチレングリコール又は/及び1, 4-ブタンジオール並びにアジピン酸を有する請求項2記載のアクチュエータ。

【請求項8】 ソフトセグメントが、ポリエーテルを有するポリウレタンを主体とする請求項1又は2記載のアクチュエータ。

【請求項9】 ソフトセグメントが、ポリカーボネートを有するポリウレタンを主体とする請求項1又は2記載のアクチュエータ。

【請求項10】 ヘキサメチレンジイソシアナートを有するポリウレタンを主体とする請求項1乃至9のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項11】 パラフェニレンジイソシアナートを有するポリウレタンを主体とする請求項1乃至9のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項12】 トリレンジイソシアナートを有するポリウレタンを主体とする請求項1乃至9のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項13】 ジフェニルメタンジイソシアナートを有するポリウレタンを主体とする請求項1乃至9のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項14】 1, 6-ヘキサンジオール又は/及び2, 2-ジメチル-1, 3-プロパンジオール並びにアジピン酸を有するポリエステルと、ヘキサメチレンジイソシアナートから成るポリウレタンを主体とする請求項1又は2記載のアクチュエータ。

【請求項15】 ポリウレタンの組成により変形の方法、大きさを制御する請求項1乃至14のいずれかに記載のアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、空気中で駆動させる事ができる高分子材料のアクチュエータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、高分子材料の電場等による変形を利用した種々のアクチュエータが提案されている。

【0003】例えばゲルや、導電性高分子(ポリピロール等)である。これらのアクチュエータは、基本的に水溶液中または溶媒中で用いられるものである。

【0004】ところが前記アクチュエータは、空気中で駆動させる事はできないという問題があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】そこでこの発明は、空気中で駆動させる事ができる高分子材料のアクチュエータを提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するためこの発明では次のような技術的手段を講じている。

【0007】この発明のアクチュエータは、両面に電極を有する一層のポリウレタン膜からなり、電場の印加により変形を起こすことを特徴とする。

【0008】発明者等は従来、ポリウレタンが電場によって比較的大きな収縮および曲げ変形を起こすことを研究してきた。今回、一層のポリウレタン膜を用いてバイモルフ型アクチュエータと同様の屈曲変形をする素子を作製し、この性能を調べることを目的とした。

【0009】試料に10MV/mの電場を印加すると曲率 $1/R=3.6\text{ m}^{-1}$ の円弧上に屈曲した(図1)。電場印加開始から約3秒ではほぼこの曲率まで到達した。発生する力は電子天秤を用いて測定し、試料の自重とほぼ同じ大きさの力が発生している事がわかった。

【0010】また、屈曲変形量の電場依存性を調べた結果、この変形は曲げ圧電(逆効果)と曲げ電歪によるものである事も示された。

【0011】上記アクチュエータは、実用的な見地からの特徴としては以下の点が挙げられる。① 空気中で駆動させる事ができる。② 溶媒を含まないドライな系であるので溶媒の蒸発による材料の変質がない。③ 構造が単純である(一層の膜状)ので、作製が容易である。

【0012】この発明で用いられるアクチュエータは直流電場によって駆動させてもよく、交流電場によって駆動させてもよい。

【0013】本発明のアクチュエータは電場によって屈曲または湾曲変形させる事ができ、種々の機械の駆動装置として用いる事ができる。

【0014】このアクチュエータは、ソフトセグメントが、ポリエステルを有するポリウレタンを主体とするとしてもよい。前記ポリエステルは、ポリ(3-メチル-1, 3-ペンタンジペート)を有するとしてもよく、1, 6-ヘキサンジオール又は/及び2, 2-ジ

メチルー1, 3-プロパンジオール並びにアジピン酸を有することとしてもよく、ノナンジオール又は/及びメチルオクタンジオール並びにアジピン酸を有することとしてもよく、エチレングリコール又は/及び1, 4-ブタンジオール並びにアジピン酸を有することとしてもよい。

【0015】またこのアクチュエータは、ソフトセグメントが、ポリエーテルを有するポリウレタンを主体とすることとしてもよく、ポリカーボネートを有するポリウレタンを主体とすることとしてもよい。

【0016】更にこのアクチュエータは、ヘキサメチレンジイソシアナートを有するポリウレタンを主体とすることとしてもよく、パラフェニレンジイソシアナートを有するポリウレタンを主体とすることとしてもよく、トリレンジイソシアナートを有するポリウレタンを主体とすることとしてもよく、ジフェニルメタンジイソシアナートを有するポリウレタンを主体とすることとしてもよい。

【0017】このアクチュエータは、1, 6-ヘキサジオール又は/及び2, 2-ジメチルー1, 3-プロパンジオール並びにアジピン酸を有するポリエステルと、ヘキサメチレンジイソシアナートから成るポリウレタンを主体とすることとしてもよい。

【0018】このアクチュエータは、ポリウレタンの組成により変形方向、大きさを制御することとしてもよい。すなわちこの発明のアクチュエータは電場の向きによって屈曲方向を変えることもできるが、ポリウレタンの組成によっても屈曲方向を制御することができる。屈曲変形の大きさはポリウレタンの組成に依存するが、ジイソシアナート、ソフトセグメント、硬化剤(鎖延長剤、架橋剤)の組合せによってはより大きな変形を起こすこともある。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明者等は空気中で駆動させる事のできる高分子アクチュエータとして、ポリウレタンの曲げ電歪による変形を利用したアクチュエータを試作し、その性能を調べた。以下、この発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

(実施形態1) 試料のポリウレタンはプレポリマー法により合成し厚さ0.2mmの膜状に形成した(後述の実施例1参照)。

【0020】原料組成は、polyester diol: ポリエステルジオール(日本ポリウレタン工業製: ニッポラン4070: 数平均分子量1996〔≒2000〕)とhexamethylene diisocyanate: ヘキサメチレンジイソシアナートと1,4-butanediol: 1, 4-ブタンジオールとtrimethylolpropane: トリメチロールプロパンとである。なお前記ポリエステルジオール(ニッポラン4070)は、1, 6-ヘキサジオールと2, 2-ジメチルー1, 3-プロパンジオールとアジピン酸を有するものである。

【0021】次に、得られた膜の両面に電極として金を蒸着した。図1に示すように、高電圧を印加した際の電極間の放電を避けるため、電極の大きさはポリウレタン膜より小さくした。電場を印加した時の屈曲変形(図2及び図3に示す)の経時変化をビデオカメラで撮影した。図4に示すように、応答速度は3秒でほぼ最大変形量まで達した。

【0022】図5に示すように、電場の印加によって発生する力を電子天秤を用いて発生力を測定した。図6に示すように、10MV/mの電場を印加すると試料の自重にほぼ相当する力を発生した。

(実施形態2) 図7に示すように、電極の形を変える事によって(これは金を蒸着する時、適当なマスクを用いる事によって容易にできる)、円弧状に屈曲するだけでなく多関節型アクチュエータ等を作る事もできる。すなわち、多関節型アクチュエータである。すると図8に示すように、多関節に対応した変形をした。

(実施形態3) 図9に示すように、2MV/mの電場を15分印加した後、種々の電場を印加し、屈曲変形の大きさと電場の関係を調べた。

【0023】その結果、図10に示すように、屈曲変形は電場の2乗に比例する事から現象論的には「曲げ電歪(H. Kawai, 応用物理, 39(9), 869(1970))」として理解できる。

(実施形態4) 図11に対して図12に示すように、電極(金の蒸着膜)をポリウレタンに密着させず、絶縁層を挟んで電場を印加した場合(図12)の屈曲変形について調べた。

【0024】その結果、図13に対して図14に示すように、同じ大きさの電場を印加しても、絶縁層を挟んだ場合の方(図14)が屈曲変形は小さくなった。したがって、屈曲変形を引き起こすには、電極がポリウレタンに密着している事が必要である事を示唆する。

【0025】すなわちポリウレタンを用いて屈曲変形するアクチュエータを試作したが、この屈曲変形は「曲げ電歪」として理解でき、屈曲変形を引き起こすには電場だけではなく電極からの電荷の注入が必要である。

【0026】なお、従来からポリビニリデンフロライド等の圧電・電歪特性を示す高分子フィルムを用いたバイモルフ型アクチュエータが知られている。この種のアクチュエータは2枚の圧電・電歪特性を示すフィルムを、1枚の圧電・電歪特性を示さないフィルムの両面に貼り合わせる事によって、電圧印加により屈曲変形を起こさせる事ができる。

【0027】この種のアクチュエータは、フィルムを貼り合わせた構造であるが故に、その貼り合わせたフィルムが剥がれやすく耐久性に本質的な問題があるが、本発明者等は、両面に電極を有した一層のポリウレタン膜が電場によって屈曲変形する事を見出し、これを利用したアクチュエータを作製する事で前記耐久性の問題を解

決した。すなわち、本発明に用いられるポリウレタンモノモルフアクチュエータは一層の高分子膜からなるため、上記のような貼り合わせ部分の耐久性の問題は本質的にない。

【0028】

【実施例】次に、この発明の構成をより具体的に説明する。

【0029】本発明のアクチュエータにはポリウレタンを用いている。ポリウレタンは安価な汎用材料であり、容易にゴム状物が得られる。なお、ポリウレタン膜の電場による屈曲変形の機構は、曲げ電歪及び曲げ圧電によるものであると考えられるから、同様な機構による屈曲変形は当然、他の種類の高分子材料にもみられると考えられる。

【0030】本発明に用いられるポリウレタンとしては、電場に対する応答性の良さの点から比較的誘電率の高いものの方が好ましい。そのためポリウレタン中のソフトセグメントとしては、ポリエステルやポリアルキレングリコール、ポリエーテル、ポリカーボネートなどを用いるのが良い。

【0031】ポリエステルとしては、ポリ(3-メチルー1, 3-ペンタンジエート)からなるポリエステル、合成原料として1, 6-ヘキサジオール、2, 2-ジメチルー1, 3-プロパンジオールとアジピン酸を用いるポリエステル、合成原料としてノナンジオール、メチルオクタジオールとアジピン酸を用いるポリエステル、合成原料としてエチレングリコールと1, 4-ブタンジオールとアジピン酸を用いるポリエステルなどが好ましい。

【0032】ポリアルキレングリコール、ポリエーテルとしては、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ポリテトラメチレングリコール、ポリオキシメチレンなどが好ましい。

【0033】ポリカーボネートとしては、ポリ(ヘキサジオールカーボネート)、ポリ(ノナンジオールカーボネート)などが好ましい。

【0034】この発明の用いられるポリウレタンの原料として使用されるジイソシアナートとしては、分子構造上、特に限定されるものでないが、ヘキサメチレンジイソシアナート、パラフェニレンジイソシアナート、トリレンジイソシアナート、ジフェニルメタンジイソシアナートなどが好ましい。

【実施例1】平均分子量が1996のポリエステルジオール(日本ポリウレタン工業社製、商品名ニッポラン4070)1000gにヘキサメチレンジイソシアナート(日本ポリウレタン工業社製、商品名HDI)168.5gを加え、窒素気流下において85℃で2時間反応させプレポリマーを得た。

【0035】このプレポリマーに、1, 4-ブタンジオール(関東化学社製)18.11gとトリメチロールプ

ロパン(関東化学社製)22.44gを溶解させて混合し、予め110℃に保温しておいた厚み0.2mmの金型に注ぎ込んで110℃で16時間オーブン中に放置し硬化反応を行わせ、膜状のポリウレタンを得た。

【実施例2~13】実施例1と同様にして、膜状のポリウレタン(試料2~13)を得た。これら実施例2~13の各試料2~13の組成は次の通りである。

(2) 試料2: HDI(ヘキサメチレンジイソシアナート、以下同様)とP-3010(ポリ(3-メチルー1, 3-ペンタンジエート)(クラレ社製、商品名クラポールP-3010)、以下同様)と1, 2-PD(1, 2-プロパンジオール、以下同様)とTMP(トリメチロールプロパン、以下同様)。

(3) 試料3: HDIとP-3010と1, 4-BD(1, 4-ブタンジオール、以下同様)。

(4) 試料4: HDIとP-3010と1, 4-BDとTMP。

(5) 試料5: HDIとPNOA-2010(ポリエステル(クラレ社製、商品名PNOA-2010)、以下同様)と1, 2-PDとTMP。

(6) 試料6: HDIとN-4070(ポリエステル(日本ポリウレタン社製、商品名N-4070)、以下同様)と1, 2-PDとTMP。

(7) 試料7: HDIとN-163(ポリエステル(日本ポリウレタン社製、商品名N-163)、以下同様)と1, 2-PDとTMP。

(8) 試料8: HDIとN-163と1, 4-BDとTMP。

(9) 試料9: HDIとN-163とHQEE(ヒドロキノンビス(2-ヒドロキシエチル)エーテル)。

(10) 試料10: PPD I(パラフェニレンジイソシアナート)とPNOA-2010と1, 4-BDとTMP。

(11) 試料11: MDI(ジフェニルメタンジイソシアナート)とPNOA-2010と1, 4-BDとTMP。

(12) 試料12: TDI(トリレンジイソシアナート)とPNOA-2010と1, 4-BDとTMP。

(13) 試料13: PPD IとPPG(ポリプロピレングリコール(分子量3000))と1, 4-BDとTMP。

そして、試料1~13の電場による屈曲変形を評価した。

【0036】前記ポリウレタン膜(各試料)の両面に、電極として金の薄膜をイオン・スパッタリング法によって形成させた後、30×5mmの短冊状に切断した。この短冊状のポリウレタン膜の上端を固定し、2MV/mの電場を印加した時の下端の変移量をレーザ式変位センサで測定することにより、屈曲変形の方法、大きさを評価した。すると、

(1) 試料1は負極側に屈曲し、0.95mmの変位量であった。

(2) 試料2は負極側に屈曲し、0.18mmの変位量であった。

- (3) 試料3は負極側に屈曲し、0.05mmの変位量であった。
 (4) 試料4は正極側に屈曲し、0.03mmの変位量であった。
 (5) 試料5は負極側に屈曲し、0.10mmの変位量であった。
 (6) 試料6は負極側に屈曲し、0.07mmの変位量であった。
 (7) 試料7は負極側に屈曲し、0.17mmの変位量であった。
 (8) 試料8は正極側に屈曲し、0.08mmの変位量であった。
 (9) 試料9は正極側に屈曲し、0.03mmの変位量であった。
 (10) 試料10は負極側に屈曲し、0.09mmの変位量であった。
 (11) 試料11は負極側に屈曲し、0.68mmの変位量であった。
 (12) 試料12は負極側に屈曲し、0.11mmの変位量であった。
 (13) 試料13は負極側に屈曲し、0.08mmの変位量であった。

【0037】すなわち本発明のアクチュエータは、実施例1～13の各結果により、一層のポリウレタン層であるにもかかわらず、バイモルフ型アクチュエータのような屈曲変形を電場によって引き起こすことができ、有用なアクチュエータとなり得ることが示された。

【0038】また、屈曲方向、大きさはポリウレタンの組成によってコントロールできることが分かる。また、ヘキサメチレンジイソシアナート(HDI)を用いて合成したポリウレタンのうち試料1が特に大きく変形することも分かる。

【0039】このポリウレタンモノモルフアクチュエータは一層の膜からなるため、バイモルフ型アクチュエータのように貼り合わせたフィルムが剥がれるという耐久性の問題がなく、また、電場によって屈曲変形が得られる有用なアクチュエータであることも示された。

【0040】

【発明の効果】この発明は上述のような構成であり、次の効果を有する。

【0041】空気中で駆動させる事ができる高分子材料のアクチュエータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のアクチュエータの実施形態1であって電極の構造を説明する図。

【図2】図1のアクチュエータで電場を印加していない状態を説明する図。

【図3】図1のアクチュエータで電場を印加した状態を説明する図。

【図4】図2及び図3のアクチュエータで電場を印加した時の屈曲変形の経時変化を説明する図。

【図5】電場の印加によって発生する力の測定装置の説明図。

【図6】電場の印加によって発生する力を測定したグラフ。

【図7】この発明の実施形態2であって多関節型アクチュエータを説明する図。

【図8】図7の多関節型アクチュエータが変形した状態を説明する図。

【図9】この発明の実施形態3であって屈曲変形の大きさと電場の関係を調べる装置を説明する図。

【図10】屈曲変形の大きさと電場の関係を測定したグラフ。

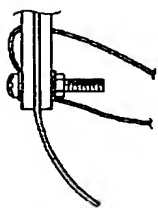
【図11】この発明の実施形態3であって電極(金の蒸着膜)をポリウレタンに密着させて電場を印加する状態を説明する図。

【図12】電極(金の蒸着膜)をポリウレタンに密着させず、絶縁層を挟んで電場を印加する状態を説明する図。

【図13】図11の絶縁層を挟まない場合の屈曲変形を測定したグラフ。

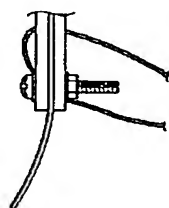
【図14】図12の絶縁層を挟んだ場合の屈曲変形を測定したグラフ。

【図2】



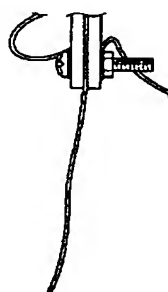
OFF

【図3】

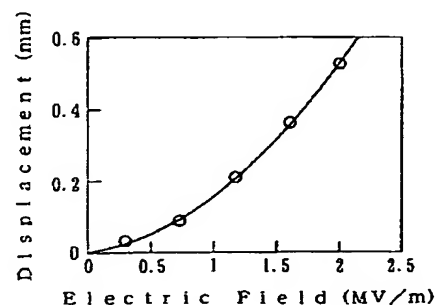


ON (10 MV/m)

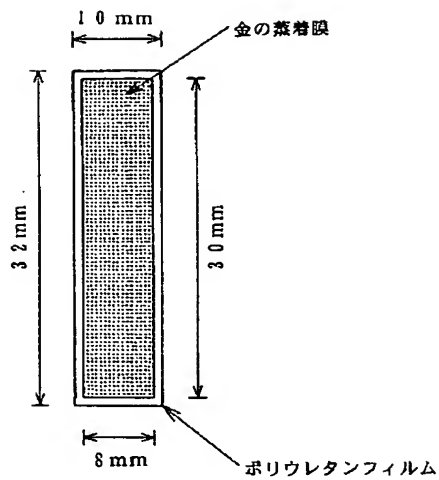
【図8】



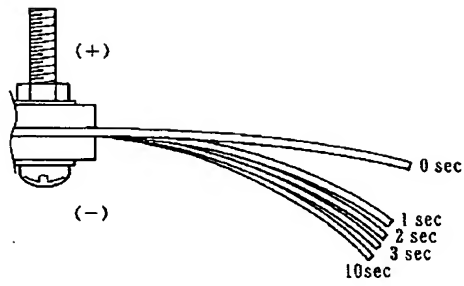
【図10】



【図1】

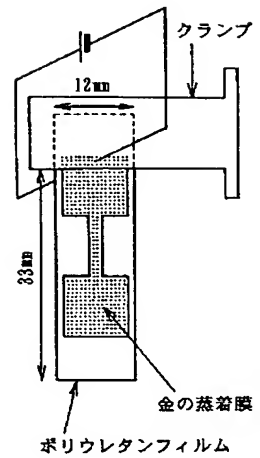


【図4】

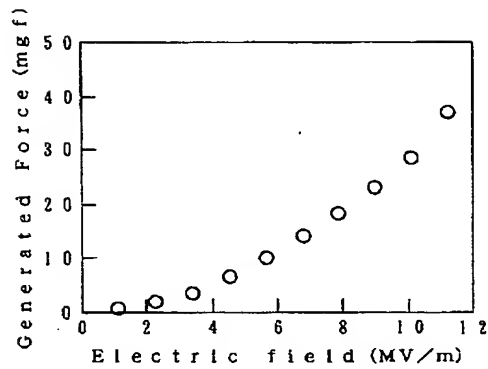


10 MV/m の電場を印加した場合

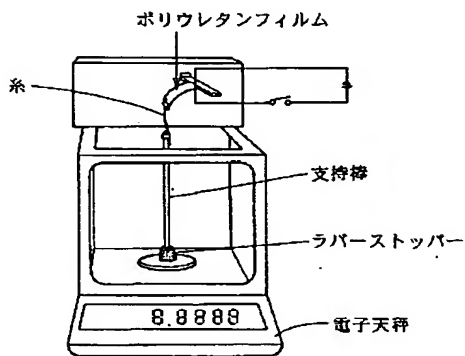
【図7】



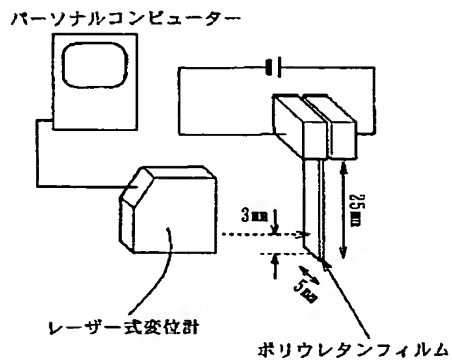
【図6】



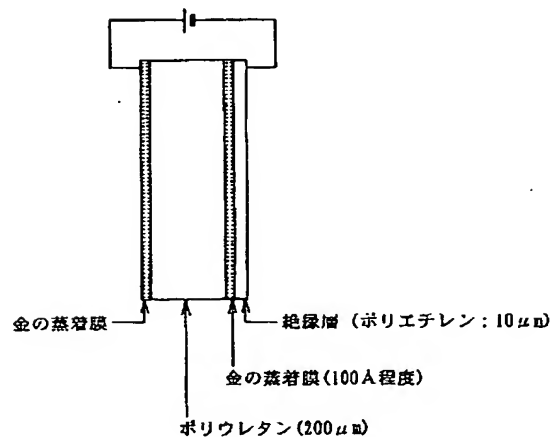
【図5】



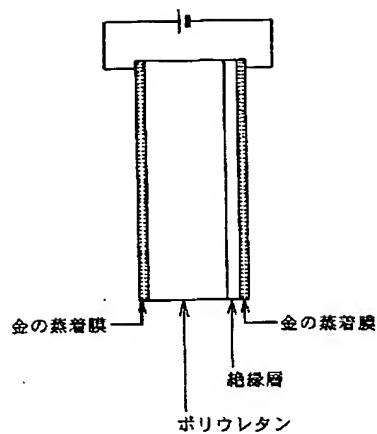
【図9】



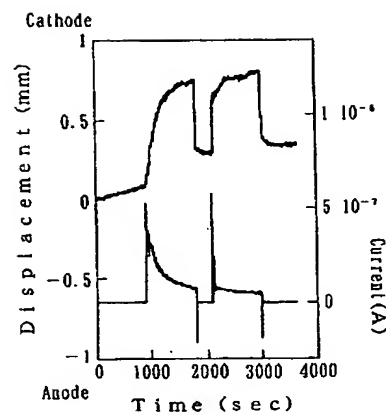
【図11】



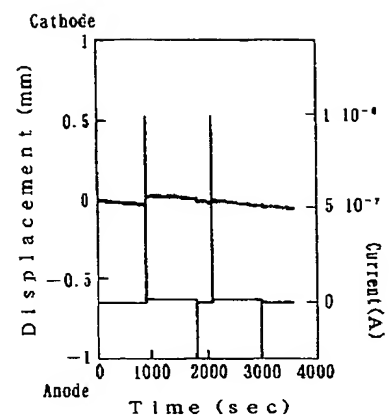
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 天池 庸一
奈良県奈良市左京6-5-6 ニッタ株式
会社ならやま研究所内
(72)発明者 上田 敦
奈良県奈良市左京6-5-6 ニッタ株式
会社ならやま研究所内

(72)発明者 鈴木 信
奈良県奈良市左京6-5-6 ニッタ株式
会社ならやま研究所内
(72)発明者 平井 利博
長野県上田市諏訪形940番地の13
(72)発明者 渡辺 真志
長野県上田市常入1丁目15番64号
Fターム(参考) 4J002 CK031 CK041 CK051 GQ00

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-240544

(43)Date of publication of application : 12.09.1995

(51)Int.Cl.

H01L 41/08
C08G 18/44
H01L 41/193

(21)Application number : 06-029470

(71)Applicant : NITTA IND CORP
HIRAI TOSHIHIRO

(22)Date of filing : 28.02.1994

(72)Inventor : KASAZAKI TOSHIAKI
UEDA ATSUSHI
KAWAHARA SHINICHIRO
HIRAI TOSHIHIRO

(54) POLYURETHANE ELASTOMER ACTUATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an actuator which does not require such a high voltage and whose displacement amount a time when a voltage is applied is larger than that of a piezoelectric material in conventional cases.

CONSTITUTION: A polyurethane elastomer is provided with a polycarbonate-based polyol. The polycarbonate-based polyol is oriented in the direction of an electric field when a DC electric field is applied.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3345730

[Date of registration] 06.09.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office